

Variasi DNA Mikrosatelit Kromosom Y pada Masyarakat Bali Mula Terunyan

Y-Chromosome Microsatellite DNA Variations on Terunyan Bali Mula Society

I KETUT JUNITHA*, SANG KETUT SUDIRGA

*Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Science, Udayana University,
Bukit Jimbaran Campus, Kuta, Bali 80361, Indonesia*

Received November 21, 2006/Accepted May 19, 2007

The Balinese is comprised of genealogical patrilineal clans named as soroh. However, remnants of ancient Bali Mula communities have their own local genealogy which differ from the general soroh. The Pasek Trunyan together with Pasek Kayu Selem, Pasek Celagi, and Pasek Kayuan are part of Bali Mula which believed to be descendants of one ancestor, Empu Kamareka. Here we reported genetic variation of the Terunyan society. The microsatellites Y-chromosome markers (DYS19, DYS390, DYS393, and DYS395) were used in this study. There were 12 alleles found and the result showed the low genetic diversity ($D = 0.28 \pm 0.05$) within Terunyan society. Nine haplotypes based on allelic combination were found, dominated by major haplotype with frequency of 0.50 which spread out in many genealogical lineage called dadia. The haplotype data showed that Terunyan society derived from many gene sources.

Key words: patrilineal, *pasek*, soroh, dadia, haplotype

PENDAHULUAN

Masyarakat etnis Bali sekarang ini dibedakan menjadi kelompok-kelompok keturunan (klan) atau di Bali lebih dikenal dengan nama soroh. Setiap soroh meyakini kelompoknya sebagai keturunan dari satu leluhur dan memiliki satu pura utama yang disebut Pura Kawitan. Anggota setiap soroh yang ada di masing-masing desa di Bali tergabung ke dalam satu kelompok masyarakat yang disebut dadia yang memiliki pura bersama disebut pura dadia atau panti. Setiap orang atau keluarga akan berusaha mencari atau mengetahui sorohnya berkaitan dengan penghormatan terhadap leluhurnya. Bagi orang Bali, mengetahui soroh dan sembahyang ke Pura Kawitan merupakan suatu keharusan (Jro Gde Kayu Selem 2003).

Keturunan orang-orang Austronesia sebagai penghuni lebih dahulu Pulau Bali sebelum kedatangan orang-orang dari Jawa disebut orang Bali Mula (Wikarman 1994). Keturunan dari tokoh atau pemimpin pada zaman dahulu yang sekarang telah tersebar di seluruh Bali berhimpun membentuk satu kesatuan masyarakat yang disebut soroh. Pasek Terunyan bersama dengan Pasek Kayu Selem, Pasek Celagi, dan Pasek Kayuan merupakan bagian dari kelompok Pasek Bali Mula yang disebut juga sebagai Pasek Catur Sanak. Pengertian Pasek adalah tokoh atau orang yang pada zaman dahulu yang diberi tugas memimpin suatu wilayah (Wikarman 1994). Mereka meyakini keempat pasek berasal dari satu leluhur, yaitu Empu Kamareka yang tinggal di Desa Songan Kintamani (Jro Gde Kayu Selem 2003). Namun berdasarkan legenda, Pasek

Terunyan tidak mempunyai keturunan akibat terkena kutukan dari Dalem Solo karena menggelapkan titipan gong atau alat musik tradisional Bali (Danandjaja 1977). Pada masyarakat Bali Mula, pembagian dadia atau kelompok bersifat lokal dan tidak berhubungan dengan pembagian soroh di masyarakat Bali pada umumnya.

Di desa Terunyan, berdasarkan penelitian antropologi budaya, Danandjaja (1977) menyatakan bahwa dari aspek sejarah dan mitologi, paling tidak terjadi tiga kali imigrasi penduduk ke desa Terunyan. Tiga imigrasi tersebut berasal dari Ratu Ayu Dalem Pingit yang asalnya tidak diketahui, orang-orang dari Cemara Landung dan putra Dalem Solo dari Jawa. Penelitian menggunakan DNA untuk mengetahui keragaman genetik masyarakat Bali Aga dilakukan Junitha (2004) yang menggunakan masyarakat Terunyan sebagai probandus. Terunyan juga dikenal sebagai salah satu desa Bali Aga bersama-sama dengan Tenganan di Kabupaten Karangasem, Sembiran, Sidatapa, dan Tigawasa di Kabupaten Buleleng. Dengan penanda mikrosatelit D11S1984 dan enam mikrosatelit khusus kromosom Y didapatkan tidak adanya alel atau gen penciri khusus untuk masyarakat Bali Aga. Penelitian menggunakan DNA oleh Karafet *et al.* (2005) menemukan bahwa sebagian laki-laki Bali membawa gen India. Namun belum ada penelitian aspek genetik yang dikaitkan dengan soroh atau klan-klan pada masyarakat Bali.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui variasi genetik masyarakat Bali Mula Terunyan yang berdasar mitologi merupakan bagian dari Pasek Bali Mula. Variasi genetika dilihat dari alel pada lokus mikrosatelit kromosom Y (Y-spesifik). Penanda genetika kromosom Y digunakan karena penentuan soroh atau klan pada masyarakat Bali didasarkan

*Corresponding author. Phone: +62-361-298144,
Fax: +62-361-703137, E-mail: ketut_junitha@yahoo.com

pada garis keturunan laki-laki atau patrilineal. Pada perkawinan sistem patrilineal setelah kawin pihak wanita berpindah ke komunitas laki-laki. Karena kromosom Y hanya terdapat pada laki-laki menyebabkan tidak terjadinya pertukaran antar komunitas. Variasi genetik yang terjadi pada suatu komunitas bersumber dari proses mutasi. Kemampuan mutasi yang cepat antara 0.8×10^{-3} (Weber & Wong 1993) atau 0.21% tiap gamet tiap generasi pada DYS19 (Holtkemper *et al.* 2001) menyebabkan penanda DNA mikrosatelit sangat baik digunakan untuk penelitian variasi genetik antar masyarakat (Bowcock *et al.* 1994; Slatkin 1995; Jin *et al.* 1997). Locus DYS390 dan 395 digunakan oleh Parra *et al.* (1999) untuk penelitian pada populasi manusia di Asia dan Pasifik dan DYS19 digunakan pada populasi yang sama oleh Ruiz-Linares *et al.* (1996). Locus DYS19, DYS390, DYS393, dan DYS395 digunakan dalam penelitian ini karena keempat lokus tersebut menunjukkan keragaman lebih tinggi di antara enam lokus yang telah digunakan pada penelitian sebelumnya (Junitha 2004). Hasil penelitian ini digunakan untuk (i) pemetaan secara genetika klan-klan masyarakat Bali, (ii) penelusuran soroh atau klan seseorang, dan (iii) untuk kepentingan forensik.

BAHAN DAN METODE

Koleksi Biodata Probandus. Sebanyak 57 orang laki-laki masyarakat di desa Terunyan diambil contoh sel-sel mukosa mulut dan darahnya. Sebelum dilakukan pengambilan contoh mukosa mulut dan sel darah, kepada calon probandus dijelaskan terlebih dahulu tentang tujuan, cara, dan manfaat penelitian baik untuk kepentingan ilmu pengetahuan, masyarakat maupun diri calon probandus. Dengan cara ini setiap orang yang bersedia sebagai probandus memberikan data yang diperlukan dan contoh sel mukosa dan darah secara sukarela. Biodata dicatat pada form biodata probandus yang mencakup data pribadi probandus, bapak, dan ibu kandung serta kakek nenek baik dari garis laki-laki (ayah) maupun perempuan (ibu) serta dadia masing-masing.

DNA Mikrosatelit. Sel-sel mukosa mulut diambil menggunakan kapas bertangkai steril untuk mengusap permukaan dalam mulut dan sel darah diambil dengan menusuk ujung jari dengan jarum merk Lancet sekali pakai. Hasil hapusan mukosa mulut dan darah langsung dimasukkan ke dalam tabung 1.5 ml yang telah diberi larutan penyangga pelisis sel dengan komposisi 10 mM Tris-HCl pH 8.0, 100 mM EDTA, 100 mM NaCl. Menjelang ekstraksi, SDS ditambahkan dengan konsentrasi akhir 0.5%. DNA sel-sel mukosa dan darah selanjutnya diekstraksi menggunakan metode fenol-kloroform dan presipitasi etanol (Sambrook & Russell 2001). DNA hasil ekstraksi diresuspensi pada Tris EDTA (TE) 80% sebanyak 50 µl. DNA diamplifikasi pada mesin PCR menggunakan empat pasang primer khusus kromosom Y yaitu DYS19 (F: CTAAGTGGTCTTCTACTTGTGTGTCAATAC dan R: ATGATCCGCAAC CACTGCG), DYS390 (F: TATATTTTACGA TTTTGGGCC dan R: TGACAGTAAAATGAACACATTGC) DYS393 (F: GTGGTCTTCTACTACTTGTGTGTCAATAC dan R: AACTCAAGTCAAAAATGAGG) dan DYS395 (F: GTG GTCTTCTACTTGTGTCAATAC dan R: CTCAAGTCC AAAAATGAGG) (Ruiz-Linares *et al.* 1996; Parra *et al.* 1999).

Amplifikasi dilakukan dalam mesin PCR (TaKaRa). Campuran untuk PCR terdiri atas akuades steril 6.4 µl, larutan penyangga 2.5 µl, MgCl₂ 25 mM 2 µl, dNTP mix 10 mM 0.25 µl, primer mix (25 µg/µl) 0.1 µl, Taq polymerase (Promega) 0.25 µl dan DNA 1.0 µl dengan volume total 12.5 µl. Proses denaturasi dengan suhu 94 °C selama 45 detik, penempelan primer dengan suhu 54-58 °C selama 1'.30" dan pemanjangan DNA dengan suhu 72 °C selama 2'.15" sebanyak 30 siklus (Sambrook & Russell 2001) dengan modifikasi. Hasil amplifikasi dielektroforesis pada gel poliakrilamid (PAGE) 6% selama 90 menit dengan tegangan 150 volt. Untuk visualisasi DNA gel diwarnai dengan metode pewarnaan perak nitrat (Tegelström 1986). Jarak migrasi pita-pita DNA pada gel diukur dan hasil pengukuran diolah dengan program Excel untuk menetapkan panjang DNA hasil amplifikasi. Keragaman genetik dihitung berdasarkan

$$D = (1 - \sum p^2) / (n/n-1)$$

p = frekuensi masing-masing alel dan n = banyaknya contoh (Parra *et al.* 1999). Kombinasi alel-alel disusun untuk menentukan macam haplotipe yang terbentuk, digunakan untuk melihat variasi genetik laki-laki masyarakat Terunyan.

HASIL

Dadia. Pada masyarakat Terunyan yang termasuk masyarakat Bali Mula, terdapat pengelompokan yang didasarkan pada perbedaan pura atau pelinggih pada pura utama desa (Ratu Sakti Pancering Jagat) yang menjadi tanggung jawab pengelolaannya dan bersifat geneologis. Masing-masing kelompok disebut dadia. Disamping itu setiap dadia juga memiliki pura masing-masing sebagai tempat pemujaan leluhur disebut sanggah dadia.

Berdasarkan pada pengakuan masing-masing probandus diperoleh sebanyak 18 dadia. Dadia tersebut adalah Dewa Gede Agung Muter, Pande, Kemulan, Manik Geduh, Ratu Sakti Dalem Dasar, Ratu Sakti Agung Dasar, Dewa Gede Dalem Dasar, Pasek Dasar, Ratu Sakti Agung Maduwe, Agung Maduwe, Ratu Sakti Maduwe Gama, Kepasekan, Banjar Jero, Manik Terus, Penyarikan, Manik Kekeb, Dangka Yasa, dan Kayu Selem (Tabel 1).

Analisis DNA Mikrosatelit. DNA hasil ekstraksi yang diamplifikasi dengan mesin PCR setelah dilakukan visualisasi pada gel poliakrilamid dan diwarnai dengan perak nitrat, tidak semuanya berhasil menunjukkan adanya pita DNA (Gambar 1a, c, d). Pada masing-masing individu kegagalan dapat terjadi pada 1-3 lokus. Data jumlah probandus, keberhasilan amplifikasi dan banyaknya macam alel yang dihasilkan pada masing-masing lokus disajikan pada Tabel 2.

Hasil pengukuran jarak migrasi dan penghitungan panjang DNA hasil amplifikasi menunjukkan bahwa keempat lokus mikrosatelit kromosom Y yang digunakan menghasilkan 12 alel (Tabel 3). Locus DYS393 menghasilkan jumlah alel paling banyak (empat alel) yaitu alel 125, 129, 133, dan 137 pb. Locus DYS390 menghasilkan tiga alel (203, 207, dan 211 pb). Pada lokus DYS395 dihasilkan tiga alel yaitu alel 115, 123, dan 127 pb. Jumlah alel paling sedikit diperoleh pada lokus DYS19

yaitu alel 200 dan 204 pb. Frekuensi alel-alel tersebut tidak merata dan selalu ada alel yang mendominasi pada masing-masing lokus (Tabel 3).

Tabel 1. Daftar nama dadia masyarakat Bali Mula Terunyan berdasarkan hasil penelitian ini (pengakuan probandus), penjelasan Kepala Desa, Penyesuaian, dan Danadjaja (1977)

Nama dadia berdasarkan:			
Pengakuan Probandus	Kepala Desa	Penyesuaian	Danandjaja (1977)
Dewa Gede Agung Muter	Dewa Gede Agung Muter	Dewa Gede Agung Muter	Nang Megati
Pande Kemulan	Pande Kemulan	Pande Kemulan	Nang Asta
Manik Geduh	Manik Geduh	Manik Geduh	Nang Jebut
Ratu Sakti Dalem Dasar	Pasek Dasar I	Pasek Dasar	Mangku Madias Nang Srimpen
Ratu Sakti Agung Dasar	Pasek Dasar II	Agung Meduwe	Nang Sunder
Dewa Gede Dalem Dasar	Agung Meduwe	Banjar Jero	Nang Mider
Pasek Dasar	Banjar Jero	Manik Terus	Guru Kawidana
Ratu Sakti Agung Meduwe	Manik Terus	Penyarikan	Nang kini
Agung Meduwe	Penyarikan	Manik Kekeb	Nang Kentel
Ratu Sakti Meduwe Gama	Dangka Yasa	Dangka Yasa	Nang Rapih
Kepasekan Banjar Jero	Kayu Selem Nang Sadri	Kayu Selem	
Manik Terus Penyarikan			
Manik Kekeb			
Dangka Yasa			
Kayu Selem			

Tabel 2. Jumlah probandus, DNA yang dapat diamplifikasi, dan alel yang dihasilkan pada lokus DYS19, DYS390, DYS393, dan DYS395

Lokus	DYS19	DYS390	DYS393	DYS395
Probandus	57	57	57	57
Jumlah DNA yang dapat diamplifikasi	53	52	52	43
Jumlah alel	2	3	4	3

Keragaman genetik masing-masing lokus menunjukkan nilai keragaman rendah dengan nilai rata-rata 0.28 ± 0.05 (Tabel 4). Keragaman tertinggi terjadi pada lokus DYS390 dengan nilai keragaman 0.49 yang diikuti oleh lokus DYS393 sebesar 0.34 ± 0.05 , lokus DYS395 sebesar 0.21 ± 0.05 dan paling rendah terjadi pada lokus DYS19 sebesar 0.07 ± 0.03 .

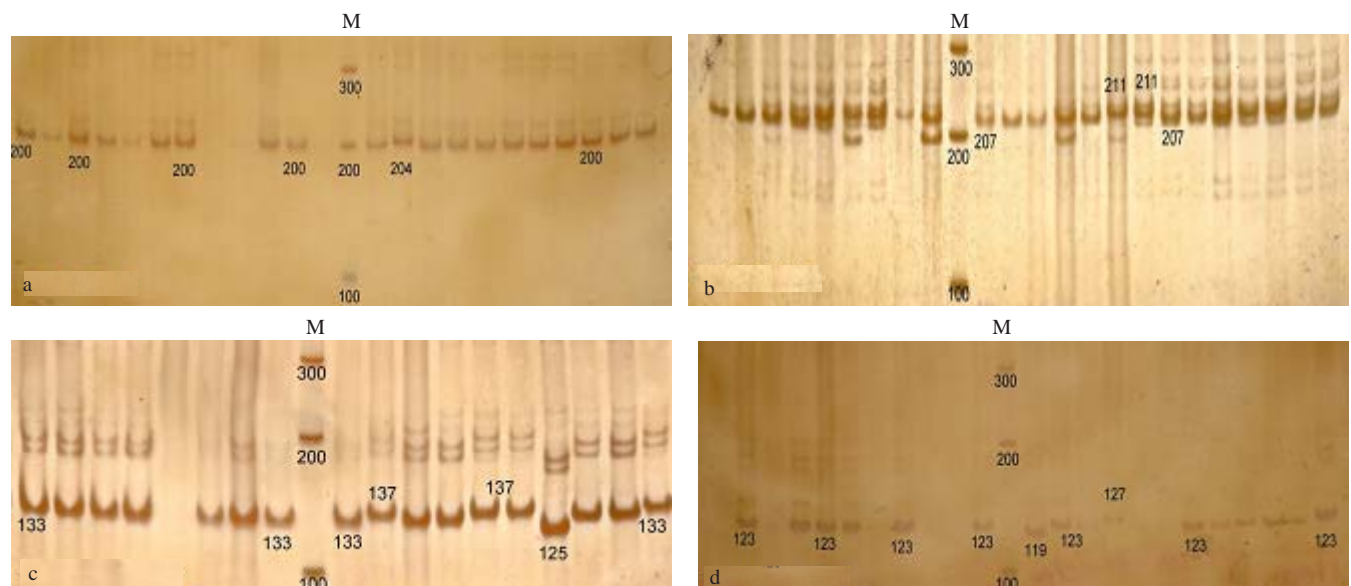
Kombinasi alel-alel yang terbentuk dari empat lokus menghasilkan sembilan macam haplotipe yaitu haplotipe a hingga i (Tabel 5). Dari sembilan macam haplotipe yang ada, haplotipe a dengan kombinasi alel 200, 207, 133, 123 pb merupakan haplotipe yang paling dominan dengan frekuensi 0.5 atau mencapai 50% dari 40 contoh DNA. Haplotipe b (200, 211, 133, 123 pb) sebesar 0.2 atau 20% dari contoh DNA yang teramplifikasi, haplotipe c dengan frekuensi 0.1 serta haplotipe h dengan frekuensi 0.08. Haplotipe d, f, g, dan i memiliki

Tabel 3. Alel dan frekuensinya pada masing-masing lokus

Lokus	Alel (pb)	Frekuensi
DYS19	200	0.96
	204	0.04
DYS390	203	0.09
	207	0.67
	211	0.23
DYS393	125	0.06
	129	0.02
	133	0.81
	137	0.12
DYS395	115	0.02
	123	0.88
	127	0.09

Tabel 4. Keragaman genetik masyarakat Terunyan berdasarkan empat lokus pada kromosom Y

Lokus	Keragaman
DYS19	0.07 ± 0.03
DYS390	0.49 ± 0.04
DYS393	0.34 ± 0.05
DYS395	0.21 ± 0.05
Rataan	0.28 ± 0.05



Gambar 1. Alel-alel DNA mikrosatelit pada masyarakat Bali Mula Terunyan. a. Lokus DYS19, b. Lokus DYS390, c. Lokus DYS393, dan d. Lokus DYS395. Angka di atas dan di bawah pita DNA menunjukkan ukuran panjang DNA.

Tabel 5. Macam haplotipe, kombinasi alel, jumlah individu, dan frekuensi masyarakat Terunyan berdasarkan empat lokus pada kromosom Y

Haplotipe	Kombinasi alel (pb)	Individu	Frekuensi
i	200, 207, 125, 115	1	0.03
d	200, 203, 125, 123	1	0.03
h	200, 203, 133, 123	3	0.08
a	200, 207, 133, 123	20	0.50
b	200, 211, 133, 123	8	0.20
e	200, 207, 137, 123	1	0.03
c	200, 207, 137, 127	4	0.10
f	204, 207, 133, 123	1	0.03
g	204, 211, 133, 123	1	0.03

pb: pasang basa

Tabel 6. Distribusi haplotipe pada dadia-dadia masyarakat Terunyan berdasarkan beberapa lokus pada kromosom Y

Nama dadia	Individu	a	b	c	d	e	f	g	h	i
Dewa Gede Agung Muter	4	4								
Pande	4	4								
Kemulan	4	1	3							
Manik Geduh	3	3								
Pasek Dasar	9	2	2	3	1	1				
Agung Meduwe	4	1		1			1	1		
Banjar Jero	6	4							2	
Penyarikan	1									1
Manik Kekeb	1	1								
Kayu Selem	4		3						1	

frekuensi sama masing-masing 0.03 (Tabel 5). Hasil yang menarik terlihat bahwa haplotipe a yang memiliki frekuensi tinggi terdistribusi pada banyak dadia (Tabel 6) yang ada di desa Terunyan.

PEMBAHASAN

Dadia. Dari 18 dadia yang diperoleh dari penelitian ini, sebagian besar merupakan nama pura atau pelinggih yang menjadi tanggung jawab dadia masing-masing, Namun, terdapat nama dadia yang bukan merupakan nama pura melainkan kelompok warga yaitu dadia Banjar Jero. Dadia Banjar Jero merupakan kelompok masyarakat Terunyan keturunan penguasa pada zaman kerajaan dahulu (Danandjaja 1977). Penguasa zaman kerajaan dahulu merupakan orang-orang yang berasal dari kerajaan Geger (keturunan Majapahit). Dadia Kayu Selem merupakan nama soroh yang terdapat di luar desa Terunyan. Nama-nama dadia yang digunakan oleh masyarakat Terunyan sekarang ini tidak sama dengan nama-nama dadia berdasarkan penelitian Danandjaja (1977). Danandjaja (1977) menyatakan bahwa dadia merupakan nama pemimpin masing-masing dadia pada masa itu seperti dadia Nang Megati, Nang Jebut, Guru Kawidana, dan Mangku Serimpen. Menurut pengakuan probandus nama dadia sekarang lebih banyak menggunakan nama dewa yang disembah pada masing-masing bangunan suci atau pura desa.

Setelah dilakukan penyesuaian dengan informasi dari kepala desa, beberapa tokoh masyarakat dan hasil penelitian Danandjaja (1977), maka dari 18 dadia yang tercatat dalam penelitian ini dapat dilakukan pengelompokan ulang (Tabel 1). Dadia-dadia seperti Ratu Sakti Dalem Dasar, Ratu Sakti Agung Dasar, Dewa Gede Dalem Dasar, dan Pasek Dasar dapat

dikelompokkan menjadi satu dadia yaitu Pasek Dasar. Demikian juga dadia-dadia Ratu Sakti Agung Meduwe dan Agung Meduwe dikelompokkan menjadi dadia Agung Maduwe. Dadia Ratu Sakti Maduwe Gama yang merupakan dadia Jero Puji Kawidana, Kepasekan, dan Banjar Jero disatukan menjadi dadia Banjar Jero. Dengan pengelompokan ini diperoleh sebanyak 11 dadia yaitu Dewa Gede Agung Muter, Pande, Pasek Dasar, Agung Maduwe, Banjar Jero, Manik Terus, Manik Geduh, Manik Kekeb, Penyarikan, Kemulan, dan Kayu Selem (Tabel 1). Hal ini mendekati informasi dari kepala desa yang menyatakan bahwa masyarakat Terunyan terbagi ke dalam 13 dadia (Tabel 1). Dadia Kayu Selem di desa Terunyan adalah keturunan dari orang soroh Kayu Selem yang berasal dari desa Songan.

Soroh Kayu Selem adalah salah satu soroh dari soroh Pasek Bali Mula yang berkembang di Desa Songan yang sekarang tersebar di seluruh Bali. Desa Songan juga terletak di kawasan Kaldera Batur yaitu di sisi barat Danau Batur. Kalau legenda ini benar, maka hal ini merupakan salah satu masukan genetik ke desa Terunyan. Dadia Kayu Selem yang tidak tercantum dalam Danandjaja (1977) merupakan introduksi baru. Menurut pengakuan warga dadia ini, bahwa sekarang mereka hanya terdiri atas sembilan kepala keluarga (KK). Keberadaan mereka di desa Terunyan mulai tiga generasi di atasnya dan mempunyai leluhur dari Banjar Bingin Desa Songan. Tidak tercantum dadia Kayu Selem pada dadia-dadia di desa Terunyan pada disertasi Danandjaja (1977) karena nama dadia waktu itu menggunakan nama pemimpin atau tokoh. Disamping itu mungkin juga pada saat itu mereka belum mengetahui sorohnya. Banyak masyarakat Bali baru mencari tahu tentang soroh atau leluhurnya pada saat sakit atau penderitaan berkepanjangan dan pencarian ini biasanya dilakukan melalui dukun.

Analisis DNA Mikrosatelit. Dari data pada Tabel 3 tampak bahwa alel 200 pb pada lokus DYS19 merupakan alel dominan dengan frekuensi mencapai 0.96 sedangkan alel 204 pb hanya 0.04. Dominannya alel 200 pb pada lokus 19 di masyarakat Terunyan merupakan hal yang wajar karena alel ini juga merupakan alel dominan pada masyarakat Bali lainnya (Junitha 2004). Alel 200 pb lokus DYS19 juga merupakan alel universal karena tersebar di seluruh dunia (Hammer & Horai 1995; Ruiz-Linarez *et al.* 1996; Hammer *et al.* 1997).

Alel 207 pada lokus DYS390 merupakan alel yang dominan, frekuensinya mencapai 0.67 dan alel ini juga ditemukan dengan frekuensi tinggi pada masyarakat Tenganan, Sembiran, dan Tri Wangsa (Junitha 2004). Jadi alel 207 pb merupakan alel yang penyebarannya luas untuk masyarakat Bali. Sedangkan pada suku Jawa, alel dengan frekuensi tinggi terjadi pada 211-219 pb. Alel 211-219 tersebar pada etnis di India Timur, Cina, Thailand, dan Aborigin Taiwan (Foster *et al.* 1998; Parra *et al.* 1999). Alel 207 pb ditemukan dalam frekuensi tinggi pada semua kasta di India Selatan (Bhattacharyya *et al.* 1999; Ramana *et al.* 2001). Tingginya alel 207 pb pada masyarakat Bali menunjukkan bahwa alel ini kemungkinan besar terbawa oleh orang-orang India yang masuk ke Bali. Alel ini tidak ditemukan di Asia Tenggara dan Cina. Karafet *et al.* (2005) menemukan sekitar 12% haplogrup orang Bali berkaitan dengan haplogrup orang India.

Untuk lokus DYS393 pada masyarakat Terunyan, alel dengan panjang 133 pb memperlihatkan frekuensi tertinggi, yaitu mencapai 0.808. Frekuensi tinggi untuk alel ini juga ditemukan pada masyarakat Tenganan, sedangkan pada masyarakat Bali golongan Tri Wangsa menunjukkan frekuensi tinggi pada alel 129. Alel 129, 133, dan 137 pb ditemukan pada masyarakat Jawa, dengan frekuensi yang tinggi pada alel 129 pb (Junitha 2004). Alel 123 pb pada lokus DYS395 menunjukkan frekuensi tertinggi mencapai 0.88. Alel tersebut ditemukan dengan frekuensi rendah pada masyarakat Bali lainnya. Pada masyarakat Tenganan, Sembiran, dan Tri Wangsa frekuensi tinggi terlihat pada alel 119 pb, sedangkan alel 115 pb mempunyai frekuensi rendah baik pada masyarakat Terunyan maupun Tri Wangsa (Junitha 2004). Pada suku Jawa terdapat alel 115-127 pb dengan frekuensi tertinggi pada alel 123 pb. Pada suku Batak juga ditemukan alel 119 dan 123 pb dengan frekuensi masing-masing 0.33 (Parra *et al.* 1999). Berdasarkan data di atas, semua alel yang ada pada masyarakat Terunyan juga tersebar pada masyarakat Bali lainnya.

Alel 133 pb lokus DYS393 ditemukan pada masyarakat di desa Terunyan dan pada masyarakat Bali lainnya namun alel ini tidak ditemukan di Asia Tenggara maupun Cina (Foster *et al.* 1998; Parra *et al.* 1999). Hal ini menunjukkan bahwa sebagian orang Bali memiliki hubungan leluhur dengan orang India. Adanya hubungan genetika antara orang Bali dengan India didukung juga oleh hasil penelitian Breguet *et al.* (1982) dengan penanda HLA serta Lansing *et al.* (2004) Karafet *et al.* (2005) dengan penanda DNA.

Keragaman rata-rata pada empat lokus cukup rendah, yaitu $D = 0.28 \pm 0.05$. Rendahnya keragaman ini disebabkan oleh tidak seimbang frekuensi alel-alel pada setiap lokus pada keempat lokus yang diteliti dan terbatasnya introduksi gen baru ke desa tersebut karena faktor isolasi. Desa dan masyarakat Terunyan yang terletak di tepi danau mengalami isolasi fisik dan budaya. Sebagai penghuni desa Bali Mula, masyarakat Terunyan memiliki budaya yang berbeda dibandingkan dengan desa-desa lainnya di Bali (Ottino 2003), seperti cara penguburan, ritual keagamaan, dan jenis puranya. Walaupun rendah, keragaman masyarakat Terunyan masih lebih tinggi dibandingkan dengan masyarakat desa Bali Aga Tenganan Pegringsingan yang hanya sebesar 0.15. Disamping itu, sembilan haplotipe pada masyarakat Terunyan lebih banyak dibandingkan pada masyarakat Tenganan Pegringsingan yang hanya mempunyai empat haplotipe (Junitha 2004). Hal ini menunjukkan bahwa sumber gen yang membentuk masyarakat Terunyan lebih banyak atau lebih bervariasi dibandingkan dengan sumber gen masyarakat Tenganan Pegringsingan.

Haplotipe a terdistribusi pada kebanyakan dadia di masyarakat Terunyan dan sebaliknya ada dadia yang memiliki lebih dari satu macam alel seperti dadia Pasek Dasar (Tabel 6). Hal ini mendukung pernyataan Danandjaja (1977) yaitu penentuan dadia adalah berdasarkan pembagian tugas. Dadia Pasek Dasar memiliki lima macam haplotipe yaitu haplotipe a, b, c, d, e dan juga pada dadia Agung Meduwe dengan tiga haplotipe yaitu haplotipe c, f, g. Hal yang menarik dari hasil penelitian ini bahwa dadia Banjar Jero yang oleh Danandjaja (1977) dinyatakan sebagai kelompok keturunan yang

leluhurnya berasal dari luar Terunyan ternyata memiliki haplotipe a sama dengan haplotipe yang terdapat pada dadia yang dinyatakan sebagai orang asli Terunyan. Data tersebut menunjukkan bahwa leluhur orang Banjar Jero adalah orang Terunyan yang diangkat sebagai penguasa pada zaman kerajaan dahulu.

Hal yang juga menarik dari haplotipe a adalah bahwa haplotipe dengan kombinasi alel sama juga ditemukan pada dadia Kumpi Mula masyarakat Bali Mula desa Sembiran Kecamatan Tejakula Kabupaten Buleleng (Junitha 2004). Data ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan genetik antara sebagian masyarakat Terunyan dengan dadia Kumpi Mula masyarakat Sembiran Bali Mula. Hal ini mungkin berkaitan dengan legenda yang berkembang di kedua desa Bali Aga (Sembiran dan Terunyan) tersebut yang menyatakan bahwa pada abad ke VII Desa Sembiran kedatangan orang-orang yang berasal dari Medang Kemulan (Ginatra 1977). Demikian juga Desa Terunyan yang dalam legendanya menyatakan bahwa Ratu Sakti Pancering Jagat yang dipercaya sebagai cikal bakal orang Terunyan adalah putra Dalem Solo (Danandjaja 1977). Dari kedua legenda tersebut menunjukkan bahwa kedua desa tersebut mendapat introduksi gen dari Jawa.

Haplotipe b dengan kombinasi alel 200, 211, 133, 123 pb yang dimiliki oleh anggota dadia Kemulan juga dimiliki oleh anggota dadia Kayu Selem desa Terunyan. Oleh karena itu, informasi dari Bapak Nengah Tekes (komunikasi pribadi) yang menyatakan bahwa leluhur laki-laki dadia Kemulan berasal dari soroh Kayu Selem yang mengawini perempuan Terunyan pada zaman dahulu mungkin benar. Namun demikian, perlu dibuktikan lebih lanjut tentang kesamaan haplotipe b yang dimiliki oleh dadia Kayu Selem Terunyan dengan haplotipe soroh Kayu Selem di luar Terunyan.

Banyaknya haplotipe yang ada menunjukkan bahwa masyarakat Terunyan terbentuk dari banyak sumber gen melalui beberapa kali introgresi gen terkait dengan beberapa kali imigrasi orang-orang dari luar ke desa Terunyan dengan berbagai alasan. Dari sembilan haplotipe (haplotipe a hingga i), perlu dibuktikan lebih lanjut jenis haplotipe yang dapat menghubungkan antara masyarakat Terunyan dengan haplotipe yang terdapat pada anggota soroh Pasek Bali Mula. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa masyarakat Terunyan tidak berasal dari satu leluhur tetapi diturunkan oleh banyak leluhur atau banyak sumber gen. Hasil penelitian ini mendukung legenda yang menyatakan bahwa masyarakat Terunyan terbentuk melalui beberapa kali imigrasi penduduk ke desa Terunyan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian Hibah Bersaing XIV tahun 2006 yang didanai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional a.n. I Ketut Junitha.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhattacharyya NP *et al.* 1999. Negligible male gene flow across ethnic boundaries in India, revealed by analysis of Y-chromosome DNA polymorphisms. *Genome Res* 9:711-719.

- Bowcock AM *et al.* 1984. High resolution of human evolutionary trees with polymorphic microsatellites. *Nature* 368:455-457.
- Breguet G, Ney R, Kirk RL, Blake NM. 1982. Genetic survey of an isolated community in Bali Indonesia. II. haemoglobine type and red cell isozyme. *Hum Hered* 32:308-317.
- Danandjaja J. 1977. Kebudayaan petani desa Terunyan di Bali [Dissertation]. Jakarta: Fakultas Ilmu Sosial dan Politik, Universitas Indonesia.
- Foster P *et al.* 1998. Phylogenetic resolution of complex mutational features at Y-STR DYS390 in Aboriginal Australians and Papuans. *Mol Biol Evol* 15:1108-1114.
- Ginastra IW. 1977. *Monografi Desa Sembiran, Kecamatan Tejakula, Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali*. Pemerintah Daerah Tingkat II Buleleng.
- Gingsir IND. 1996. *Babad Bali Agung. Seri K G P Bendesa Manik Mas*. Jakarta: PT. Swadaya.
- Hammer MF, Horai S. 1995. Y chromosomal DNA variation and the peopling of Japan. *Am J Hum Genet* 56:951-962.
- Hammer MF *et al.* 1997. The geographic distribution of human Y chromosome variation. *Genetics* 145:787-805.
- Holtkemper U, Rolf B, Hohoff C, Foster P, Brinkmann B. 2001. Mutation rate at two human Y-chromosomal microsatellite loci using small pool PCR techniques. *Hum Mol Genet* 10:629-633.
- Jin L, Underhill PA, Boucristiani M, Robenson JM. 1997. Defining microsatellite alleles by genotyping global indigenous human population and nonhuman primates. *J Forensic Sci* 42:496-499.
- Jro Gde Kayu Selem. 2003. *Jati Diri Warga Kayu Selem di Bali*. Bangli. Pengurus Pusat Pura Kawitan Warga Kayu Selem Gwa-Song Songan Kintamani.
- Junitha IK. 2004. Keragaman genetik masyarakat di desa-desa Bali Aga berdasarkan analisis DNA dan sidik jari [Dissertation]. Bogor: B ogor Agricultural Univ.
- Karafet TM *et al.* 2005. Balinese Y-chromosome perspective on the peopling of Indonesia: Genetic contribution from pre-neolithic hunter-gatherer, Austronesia farmer, and Indian traders. *Hum Biol* V.77.1:93-113.
- Lansing JS *et al.* 2004. An Indian trader in ancient Bali. *Antiquity* 78.300:287-293.
- Ottino A. 2003. Ritual subordination to the Core-Line and Bali Aga cultural identity. *Antropologi Indonesia*. XXVII .70:1-19.
- Parra E *et al.* 1999. Analysis of five Y-Specific microsatellite loci in Asian and Pasific populations. *Am J Phys Anthropol* 110:1-16.
- Ramana GV *et al.* 2001. Ychromosome SNP haplotypes suggest evidence of gene flow among caste, tribe and the migrant Siddi population of Andhra Pradesh, South India. *European J Hum Genet* 9:695-700.
- Ruiz-Linares A *et al.* 1996. Geographic clustering of human Y-chromosome haplotype. *Ann Hum Genet* 60:401-408.
- Sambrook J, Russell DW. 2001. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. 3rd ed. New York: Cold Spring Harbor Lab Pr.
- Slatkin M. 1995. A measure of population subdivision base on microsatellite allele frequencies. *Genetics* 139:457-462.
- Tegelström H. 1986. Mitochondrial DNA in natural population: an improved routine for screening of genetic variation based on sensitive silver staining. *Electrophoresis* 7:226-229.
- Weber J, Wong C. 1993. Mutation of human short tandem repeats. *Hum Mol Genet* 2:1123-1128.
- Wikarman INS. 1994. *Leluhur Orang Bali*. Bangli: Yayasan Widya Shanti.